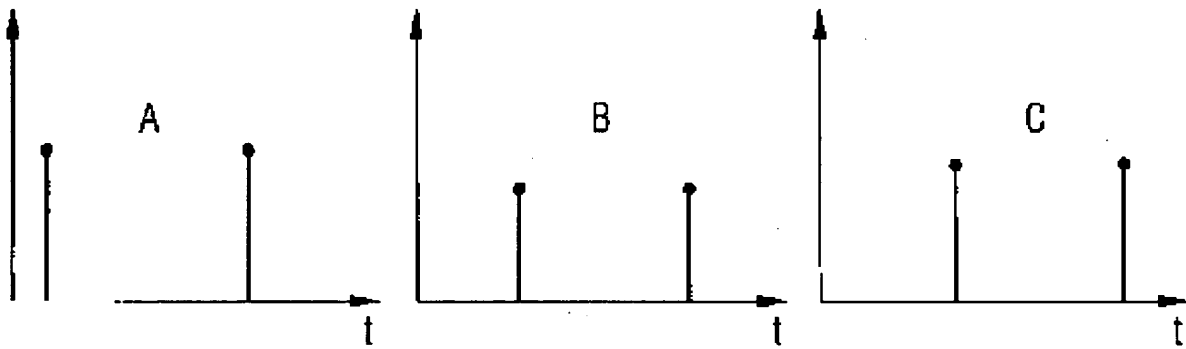
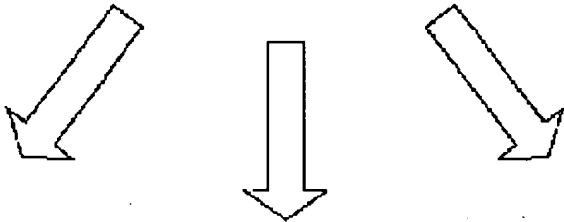
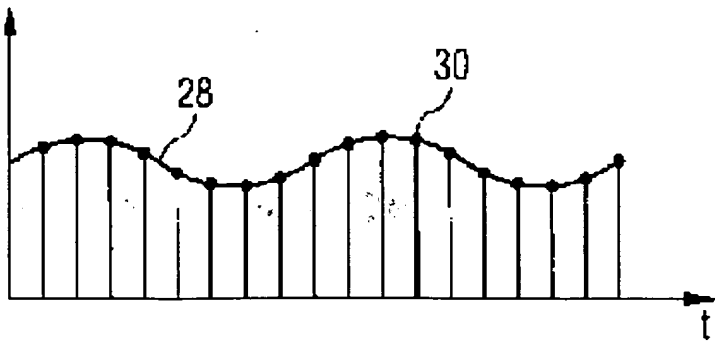


AN: PAT 2004-519011
TI: Sampling adapting method for lambda probe signal values in multi-cylinder IC engine, with cylinder-selective lambda regulation adjusting sampling time points for individual cylinders
PN: **DE10304245-B3**
PD: 15.07.2004
AB: NOVELTY - The signal sampling adapting method uses sampling of the lambda signal (28) at defined time points (30) for providing exhaust gas lambda values for the individual engine cylinders, the lambda values for a number of cylinders used for determination of a characteristic indicating the disparity between the lambda values for individual cylinders, the sampling time points for the individual cylinders adjusted relative to the crankshaft angles for obtaining extreme values of the characteristic.; USE - The method is used for adapting of the signal sampling of lambda probe signal values for an IC engine with cylinder-selective lambda regulation. ADVANTAGE - Sampling of lambda signal values is adjusted for compensating variations in lambda probe dynamics. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows a schematic representation of sampled lambda signal values and their resolution into cylinder-selective lambda values. Lambda signal 28 Defined sampling time points 30 Lambda values for individual cylinders A,B,C
PA: (SIEI) SIEMENS AG;
IN: ALIAKBARZADEH R; ROESEL G;
FA: **DE10304245-B3** 15.07.2004;
CO: DE;
IC: F02D-041/14;
MC: S02-J01A; S03-E03B1; X22-A05B; X22-A05C;
DC: Q52; S02; S03; X22;
FN: 2004519011.gif
PR: DE1004245 03.02.2003;
FP: 15.07.2004
UP: 05.08.2004

THIS PAGE BLANK (USPTO)



THIS PAGE BLANK (USPTO)



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 04 245 B3** 2004.07.15

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **103 04 245.8**
(22) Anmeldetag: **03.02.2003**
(43) Offenlegungstag: –
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **15.07.2004**

(51) Int Cl.7: **F02D 41/14**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

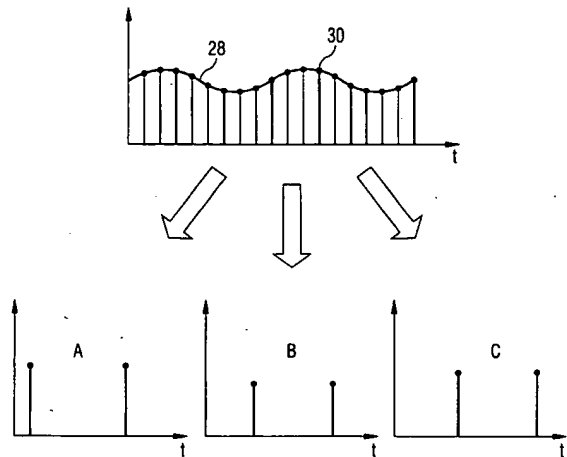
(72) Erfinder:
Aliakbarzadeh, Reza, 93138 Lappersdorf, DE;
Rösel, Gerd, Dr., 93055 Regensburg, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 195 36 577 C2
DE 195 16 239 C2
DE 43 31 153 C2
DE 198 28 929 A1
DE 198 28 279 A1
DE 100 11 690 A1

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Adaption einer Signalabtastung von Lambdasondensignalwerten bei einer Mehrzylinder-Brennkraftmaschine**

(57) Zusammenfassung: Das erfindungsgemäße Verfahren betrifft eine Adaption an die Alterung der Lambdasonde (22) für eine zylinderselektive Lambdaeegelung. Die Adaption erfolgt durch Optimierung einer Kenngröße. Zur Optimierung der Kenngröße wird eine Phasenverschiebung der Zeitpunkte zur Signalerfassung vorgenommen.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Adaption einer Signalabtastung von Lambdasondensignalwerten zum Einsatz bei einer zylinderselektiven Lambdaregelung für eine Mehrzylinder-Brennkraftmaschine.

Stand der Technik

[0002] Aus DE 198 28 279 A1 ist ein Verfahren zur Gleichstellung der zylinderindividuellen Drehmomentenbeiträge bei mehrzylindrigen Verbrennungsmotoren bekannt. Hierzu bildet eine elektronische Steuereinrichtung zylinderindividuelle Laufunruhowerte, die zu Korrekturwerten verarbeitet werden. Anhand der Korrekturwerte wird über die zylinderindividuellen Einspritzzeiten das Drehmoment beeinflusst. Zur Regelung werden hierbei zylinderindividuelle PI-Regler mit identischer Struktur eingesetzt, die einen gefilterten Laufunruhowert der einzelnen Zylinder auf Null regeln.

[0003] Aus DE 100 11 690 A1 ist ein Adaptionsverfahren zur Steuerung der Einspritzung bekannt. Bei diesem Adaptionsverfahren erfolgt eine Lambda-Gleichstellung der einzelnen Zylinder im homogenen Betrieb dahingehend, daß in alle Zylinder die gleiche Kraftstoffmenge eingespritzt wird. Im geschichtet-mageren Betrieb erfolgt keine Lambda-Gleichstellung, sondern eine Drehmomentengleichstellung, bei der eine zylinderindividuelle Einspritzsteuerung sämtliche Zylinder auf eine gleiche Drehmomentabgabe regelt. Die Lambda-Gleichstellung der einzelnen Zylinder im homogenen Betrieb erfolgt durch ein Adaptionsverfahren, bei dem ein Korrekturfaktor fortlaufend angepaßt wird, um alterungs- und produktionstoleranzbedingte individuelle Abweichungen der einzelnen Einspritzventile bei einer Mehrzylinder-Brennkraftmaschine auszugleichen. Dieses Verfahren verarbeitet bereits zylinderindividuell erfaßte Signale der Lambda-Sonde.

[0004] Aus DE 195 36 577 C2 ist ein Verfahren zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit einer Abgassonden-Heizeinrichtung bekannt. Hierbei wird abhängig von einer sich verändernden Heizleistung die abgegebene Sondenspannung erfaßt, um nach einer vorgegebenen Diagnosezeit anhand der Sondenspannung festzustellen, ob die Heizeinrichtung der Lambda-Sonde als defekt einzustufen ist.

[0005] Aus DE 198 28 929 A1 ist ein Verfahren zur Überprüfung des Dynamikverhaltens eines Meßaufnehmers im Abgastrakt einer Brennkraftmaschine bekannt. Hierbei wird bei einem kurzzeitigen Betrieb der Brennkraftmaschine mit einem fetten Gemisch überprüft, ob die Änderungsrate der Meßsignale eine vorgegebene Flankensteilheit besitzt.

[0006] Aus DE 43 31 153 C2 ist ein Verfahren zur Überprüfung der Arbeitsweise einer Meßsonde bekannt, bei der zusätzlich eine Diagnosesonde in der Abgasströmung angeordnet ist.

[0007] Aus DE 195 16 239 C2 ist eine zylinderselektive Lambdaregelung bekannt geworden. Geregelt wird hierbei ein Luftzahlmittelwert mit Hilfe eines PID-Reglers. Die Regelstrecke wird über ein Totzeitglied und zwei Verzögerungsglieder erster Ordnung nachgebildet. Hierbei ist die Zeitkonstante abhängig von Last und Drehzahl festgelegt. Weitere Verfahren zur zylinderselektiven Lambdaregelung sind bekannt, insbesondere auch solche ohne PID-Regler.

Aufgabenstellung

[0008] Es hat sich herausgestellt, dass die Alterung der Lambdasonde zu einer Änderung der Sondendynamik führt. Durch die sich ändernde Sondendynamik nimmt die Qualität der zylinderselektiven Lambdaregelung ab.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren bereitzustellen zur Adaption der Abtastzeitpunkte für den Einsatz bei einer zylinderselektiven Lambdaregelung an eine sich verändernde Sondendynamik, insbesondere an eine Alterung der Sonde.

[0010] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen aus Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen bilden den Gegenstand der Unteransprüche.

[0011] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren misst eine Lambdasonde im Abgastrakt zu vorbestimmten Zeitpunkten die Sauerstoffwerte im Abgas für einzelne Zylinder. Aus den so gemessenen Lambdawerten für einzelne Zylinder werden Regelabweichungen für die Zylinder rekonstruiert, aus denen eine Kenngröße berechnet wird. Die Zeitpunkte zur Messung der Lambdawerte der einzelnen Zylinder werden bezogen auf den Kurbelwellenwinkel derart gesetzt, dass die Kenngröße einen Extremwert annimmt (Anspruch 1). Dem erfindungsgemäßen Verfahren liegt die Erkenntnis zugrunde, dass die Alterung der Lambdasonde zu einer Änderung der Sondendynamik und damit zu einer Verschiebung des effektiven Phasenwinkels führt. Mit Phasenwinkel wird hierbei der Zeitpunkt der Signalerfassung für die Abgase aus den einzelnen Zylinder bezeichnet. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird durch eine Änderung des Phasenwinkels eine Alterungsadaption erreicht. Hierzu wird eine Kenngröße maximiert oder minimiert, die ein Maß für die Abweichung der einzelnen gemessenen Lambdawerte ist.

[0012] Es hat sich herausgestellt, dass die Kenngröße sich besonders gut aus den Differenzen der einzelnen Lambdawerte zu einem Mittelwert der Lambdawerte berechnen lässt (Anspruch 2). Die Lambdawerte werden bei der zylinderselektiven Lambdaregelung mit einer segmentsynchronen Taktfrequenz ausgelesen. Der hieraus gebildete Mittelwert wird mit dem zu einzelnen Zeitpunkten erfassten Signalwerten verglichen. Die Differenz der den einzelnen Zylindern zugeordneten Lambdawerte von dem insgesamt gebildeten Mittelwert dient zur Berechnung der zu optimierenden Kenngröße.

[0013] Bevorzugt wird als Kenngröße die mittlere Abweichung der einzelnen Differenzen der Lambdawerte bestimmt (Anspruch 3). Die Minimierung der Kenngröße kann durch unterschiedliche Verfahren erfolgen. Als besonders vorteilhaft hat sich eine rekursive Inkrementierung bzw. Dekrementierung von Adaptionswerten erwiesen. Hierbei wird zur Minimierung der Kenngröße der Zeitpunkt der Signalerfassung für die einzelnen Zylinder der um einen vorbestimmten Betrag vor- oder zurückverlegt (Anspruch 4). Der Zeitpunkt zur Signalerfassung wird in ganzzahligen Vielfachen eines vorbestimmten Kurbelwinkels geändert (Anspruch 5).

[0014] Für die Reglergenauigkeit hat es sich als notwendig herausgestellt, die Zeitpunkte zur Signalerfassung abhängig von Last und Drehzahl in einem Kennfeld abzulegen (Anspruch 1). Die Lambdawerte im Abgas werden hierbei mit einer segmentsynchronen Abtastrate erfasst, d.h. abhängig von der Drehzahl der Brennkraftmaschine (Anspruch 7).

[0015] Die aus den Abgaswerten berechnete Kenngröße wird für die nachfolgende Berechnung geglättet, vorzugsweise durch eine Tiefpassfilterung (Anspruch 8).

[0016] Zur Adaption der Werte wird eine erste und eine zweite Ableitung erster Ordnung nach der Zeit für die Kenngröße berechnet und anhand der Ableitungen wird entschieden, ob eine Verschlechterung, eine lokale Verbesserung, keine Veränderung oder eine absolute Verbesserung eingetreten ist. Vorzugsweise wird die erste Ableitung zu einem späteren Zeitpunkt als die zweite Ableitung gebildet. Die Verschlechterung liegt vor, wenn die erste Ableitung positiv und größer oder gleich der zweiten Ableitung ist. Bei einer Verschlechterung wird die Adaptionsrichtung geändert. Eine lokale Verbesserung liegt vor, wenn die erste Ableitung positiv und kleiner als die zweite Ableitung ist. In diesem Fall wird die Adaptionsrichtung beibehalten. Keine Änderung liegt vor, wenn die erste Ableitung gleich Null ist. In diesem Fall wird der Adaptionswert inkrementiert bzw. dekrementiert und die Adaptionsrichtung beibehalten. Wenn die erste Ableitung kleiner als Null ist, liegt eine absolute Verbesserung vor und erfolgt eine Zwischenspeicherung des Adaptionswerts, wenn dieser größer bzw. kleiner als der gespeicherte Wert ist. Die Adaptionsrichtung kennzeichnet bei diesem Verfahren, ob der Zeitpunkt zur Signalerfassung vor- oder zurückverlegt wird. Der Adaptionswert ist der vorzugsweise als Kurbelwinkel dargestellte Winkel, um den der Zeitpunkt der Erfassung vor- oder zurückverlegt wird. Bei einer absoluten Verbesserung wird der Adaptionswert dann gespeichert, wenn er bei einer Minimumsuche kleiner als der gespeicherte Wert ist. Bei einer Maximumsuche erfolgt die Speicherung, wenn der Adaptionswert größer als der gespeicherte Wert ist. Das Verfahren der Extremwertsuche wird vorzugsweise während eines Fahrzeugzyklus höchstens für eine vorbestimmte Anzahl von Durchgängen wiederholt. Am Ende des Fahrzyklus wird der zuletzt gespeicherte Adaptionswert mit dem Anfangswert verglichen. In dem Fall, dass der zuletzt gespeicherte Adaptionswert größer bzw. kleiner als der Anfangswert ist, wird der Adaptionswert nicht-flüchtig gespeichert und steht somit bei einem erneuten Start der Brennkraftmaschine zur Verfügung. Eine nicht-flüchtige Speicherung erfolgt bei einer Minimumsuche dann, wenn der zuletzt gespeicherte Adaptionswert kleiner als der Anfangswert ist. Bei einer Kenngröße, die eine Maximumsuche erfordert, ist dies genau umgekehrt (vgl. Ansprüche 9 und 10).

[0017] Für eine schnellere Konvergenz bei der Minimumsuche hat es sich als vorteilhaft erwiesen, bei der Umkehr der Adaptionsrichtung den Adaptionswert, also die Schrittweite, um einen Korrelationsfaktor zu vervielfachen (Anspruch 11). Für eine stabile Optimierung wird nach einer Änderung der Erfassungszeitpunkte eine vorbestimmte Zeitdauer abgewartet, bis die Kenngröße erneut ausgewertet wird (Anspruch 12).

Ausführungsbeispiel

[0018] Ein Beispiel für das erfindungsgemäße Verfahren wird anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert. Es zeigt:

[0019] **Fig. 1** eine schematische Ansicht einer Brennkraftmaschine mit zylinderselektiver Lambdaregelung.

[0020] **Fig. 2** die abgetasteten Signalwerte über die Zeit und deren Auflösung in zylinderselektive Lambdawerte,

[0021] **Fig. 3** die rekursive Inkrementierung/Dekrementierung der Adaptionswerte,

[0022] **Fig. 4** den Verlauf der Kenngröße abhängig von dem Kurbelwinkel,

[0023] **Fig. 5** ein Blockschaltbild mit dem erfindungsgemäßen Verfahren,

[0024] **Fig. 6** beispielhaft die Fallunterscheidungen, die bei der Minimierung auftreten können.

[0025] **Fig. 1** zeigt eine schematische Ansicht einer zylinderselektiven Lambdaregelung bei einer Brennkraftmaschine **10**. Ein Luftmassensensor **12** ist in einer Ansaugleitung **14** für Frischluft angeordnet. Ein Dreiwegekatalysator **16** ist in einer Abgasleitung **18** zur Reinigung der Abgase vorgesehen. Der Luftmassensensor **12**

misst die angesaugte Luftmasse und gibt ein entsprechendes Signal LM an eine Steuereinrichtung 20 weiter. Stromaufwärts von einem Dreiwegekatalysator 16 ist eine Lambdasonde 22 in der Abgasleitung 18 vorgesehen, die ein Messsignal ULS als Maß für den Restsauerstoffgehalt im Abgas an die Steuerung 20 weiterleitet. An der Steuerung 20 liegt ebenfalls ein von einem Sensor 24 aufgenommenes Messsignal zur Drehzahl N an. [0026] Der Kraftstoff wird über eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung 26 in die Brennkraftmaschine eingespritzt. Die Steuereinrichtung 20 steuert ebenfalls die Kraftstoffeinspritzung. Derartige Steuerungen sind an sich bekannt, so dass im folgenden nicht das grundlegende Konzept der zylinderselektiven Lambdaregelung erläutert werden muss.

[0027] Fig. 2 zeigt die Werte eines Spannungssignals 28 über der Zeit. Die Spannungswerte werden mit einer segmentsynchronen Abtastrate erfasst. Dem Signalverlauf 28 werden einzelne Werte 30 zugeordnet, die in einem nachfolgenden Schritt den Zylindern zugeordnet werden. Fig. 2 zeigt die Aufteilung der Lambdawerte auf die einzelnen Zylinder in einer Bank mit drei Zylindern. Diagramm A zeigt zwei aufeinander folgende Lambdawerte des ersten Zylinders; Fig. B und C zeigen jeweils zwei aufeinander folgende Lambdawerte des zweiten bzw. des dritten Zylinders.

[0028] Für die gemessenen Lambdawerte wird die zylinderselektive Lambdaabweichung vom Mittelwert der Lambdawerte Für die gemessenen Lambdawerte wird die zylinderselektive Lambdaabweichung vom Mittelwert der Lambdawerte DELTA_LAMB_CYL_x berechnet/rekonstruiert. Diese Größe gibt an, wie stark der einem einzelnen Zylinder zugeordnete Lambdawert von dem Lambdamittelwert abweicht.

[0029] Aus der so berechneten zylinderselektiven Lambdaabweichung wird eine Kenngröße DELTA_LAMB_CYL_SEL_CQ_i wie folgt berechnet:

$$\text{DELTA_LAMB_CYL_SEL_CQ_i} = \frac{1}{\alpha} \sum_{x=1}^{\alpha} \left[\frac{1}{\alpha} \sum_{x=1}^{\alpha} \text{DELTA_LAMB_CYL_x} \right] - \text{DELTA_LAMB_CYL_x}$$

[0030] Der Wert der Kenngröße ist ein Maß für das Regelergebnis der zylinderselektiven Lambdaregelung im geschlossenen Regelkreis. Ein Anstieg der Kenngröße wird als Verschlechterung des Regelverhaltens interpretiert, da nach regelungstechnischen Kriterien eine Konvergenz ein Hinweis auf die Stabilität und die Regelgüte ist. Zur Adaption wird nun ein Optimierungsverfahren eingesetzt, dass durch eine Veränderung der Abtastzeitpunkte sowohl in positiver als auch in negativer Richtung die Kenngröße minimiert. Für die minimierte Kenngröße liegt ein Optimum für den Regler vor.

[0031] Die Adaption besteht aus einem Regler, der mit einer Korrelationsvariablen und in Verbindung mit einem Richtungsschalter den Abtastzeitpunkt um 6 Grad Kurbelwinkel und Vielfache davon nach vorne oder hinten korrigiert.

[0032] Fig. 3 zeigt die rekursive Inkrementierung bzw. Dekrementierung der Adaptionswerte. Ausgehend von einem mit 32 gekennzeichneten Startwert Null wird bei einer Erhöhung des Phasenwinkels dieser in einem ersten Schritt um 6 Grad Kurbelwinkel auf den Wert +6 erhöht, vergleiche 34. Wird in einem späteren Schritt aufgrund des Signalverlaufs die Richtung der Kurbelwinkelverstellung geändert (Adaptionsrichtung), so wird anschließend durch einen Sprung um -12 Grad Kurbelwinkel der Adaptionswert -6 eingestellt, vergleiche 36. Soll bei einem Adaptionswert von -6 Grad die Adaptionsrichtung geändert werden, so wird die Phasenverschiebung um +18 Grad Kurbelwinkel erhöht, so dass in Schritt 38 eine Phasenverschiebung gegenüber dem Ursprung 32 um +12 Grad Kurbelwinkel vorliegt. Soll die Adaptionsrichtung dagegen beibehalten werden, so werden die Adaptionswerte um jeweils 6 Grad Kurbelwinkel erhöht.

[0033] Fig. 4 zeigt den beispielhaften Verlauf der Kenngröße gegenüber der Phasenverschiebung. Für das dargestellte Beispiel nimmt die Kenngröße bei einer Phasenverschiebung von ungefähr 108 Grad Kurbelwinkel ein absolutes Minimum 40 an. Während eines Fahrzyklus wird die Optimierung höchstens für eine vorbestimmte Anzahl von Durchläufen wiederholt. Findet die Optimierung bei einem dieser Durchläufe eine absolute Verbesserung, so wird geprüft, ob der gefundene Wert zwischengespeichert werden soll. Eine Zwischenspeicherung erfolgt nur, wenn der Wert kleiner als der zuletzt gespeicherte Wert ist. Nach Beendigung der Durchläufe des Optimierungsverfahrens wird der gespeicherte minimale Wert mit dem Anfangswert verglichen. Lediglich, wenn der zuletzt gespeicherte Wert kleiner als der Anfangswert ist, wird der gefundene Wert nicht-flüchtig gespeichert und dient bei einem nachfolgenden Fahrzyklus als Ausgangswert. Durch diese Strategie wird vermieden, dass das lokale Minima dauerhaft als Optimum erkannt werden.

[0034] Fig. 5 zeigt in einem schematischen Blockdiagramm den Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens. Eine zylinderselektive Lambdasteuerung (CILC) 42 berechnet die Kenngröße DELTA_LAMB_CYL_SEL_CQ_i für die aktuellen Erfassungswerte die Lambdawerte der einzelnen Zylinder. Die Kenngröße wird in einem Erfassungsschritt 44 zunächst durch einen Tiefpassfilter 46 geglättet. Nachfolgend werden Ableitungen bzw. Differenzen gebildet. Die Ableitung 50 wird gebildet, in dem von der Kenngröße die Werte zu einem Zeitpunkt T2 von denen zum Zeitpunkt T1, mit $T2 = T1 + \Delta t$, subtrahiert werden. In einem Verfahrensschritt 50 wird ebenfalls die zeitliche Ableitung gebildet. Für die diskreten Werte bedeutet dies, dass nunmehr die Kenngröße zu einem

Zeitpunkt T1 von einer Kenngröße zu dem Zeitpunkt T0, mit $T1 = T0 + \Delta t$, subtrahiert wird. Die Differenz **54** liegt an einem Vergleichselement **56** an. Die Differenz d1 liegt an einem Vergleichselement **58** an.

[0035] Stellt das Vergleichselement **58** fest, dass d1 gleich Null ist, so liegt ein konstantes Ergebnis vor. Stellt das Vergleichselement **58** fest, dass d1 kleiner Null ist, so liegt eine absolute Verbesserung **62** vor.

[0036] Das Vergleichselement **56** leitet ein Signal weiter für den Fall $d1 - d2 > 0$ ist. An einer Und-Verknüpfung **64** liegt gleichzeitig ein Signal an, wenn $d1 > 0$ ist. Für den Fall, dass sowohl die Differenz größer oder gleich Null als auch d1 größer Null ist, wird in Block **66** eine Verschlechterung erkannt. Ist hingegen bei dem Vergleichselement **56** die Differenz von d1 und d2 kleiner Null, so wird das Signal an die Und-Verknüpfung **68** weitergeleitet. An dem zweiten Eingang der Und-Verknüpfung **68** liegt ebenfalls ein Signal des Vergleichselements **58** an, wenn d1 größer Null ist. Liegt an beiden Eingängen der Und-Verknüpfung **68** ein Signal an, wird eine lokale Verbesserung **70** erkannt. In einem anschließenden Steuerblock **72** wird bei Vorliegen eines konstanten Ergebnisses **60** oder bei Vorliegen einer lokalen Verbesserung **70** ein Inkrement- bzw. Dekrementschritt ausgelöst. Es wird also beispielsweise entlang der Pfeile in Fig. 3 der Adaptionwert geändert.

[0037] Liegt eine Verschlechterung **66** vor, so wird in einem Schritt **66** ein umgekehrter Inkrement- bzw. Dekrementschritt ausgeführt. Es wird also die Richtung umgekehrt.

[0038] Liegt eine absolute Verbesserung **62** vor, so wird in Block **78** der Durchgang des Adaptionsverfahrens beendet und der Adaptionwert gesichert.

[0039] In einem nachfolgenden Block **80** wird die Phasenverschiebung der Erfassungszeitpunkte DELTA_CRK_CYL_LAM_i an die zylinderselktive Lambdasteuerung **42** weitergeleitet.

[0040] Fig. 6 zeigt vier Beispiele für die durch die Auswertung **52** unterschiedenen Fälle der Verschlechterung **66**, der lokalen Verbesserung **70**, des konstanten Ergebnisses **60** und der absoluten Verbesserung **62**.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Adaption der Signalabtastung von Lambdasondensignalwerten (**28**) zum Einsatz bei einer zylinderselktiven Lambdaregelung für eine Mehrzylinder-Brennkraftmaschine, mit folgenden Verfahrensschritten:

- eine Lambdasonde misst zu vorbestimmten Zeitpunkten (**30**) die Lambdawerte im Abgas für einzelne Zylinder,
- für die Lambdawerte mehrerer Zylinder wird eine Kenngröße berechnet (**42**), die ein Maß für die Abweichung der Lambdawerte der einzelnen Zylinder ist,
- die Zeitpunkte zur Erfassung der Lambdawerte der einzelnen Zylinder werden bezogen auf eine Kurbelwellenwinkelposition der Brennkraftmaschine derart gesetzt (**74, 76, 78**), dass die Kenngröße einen Extremwert annimmt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kenngröße aus den Differenzen (DELTA_LAMB_CYL_x) der einzelnen Lambdawerte zu einem Mittelwert berechnet (**42**) wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Kenngröße als mittlere Abweichung der einzelnen Differenzen der Lambdawerte berechnet wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass zur Minimierung der Kenngröße der Zeitpunkt der Signalerfassung für den einzelnen Zylinder um einen vorbestimmten Betrag vor- oder zurückverlegt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Zeitpunkt zur Signalerfassung in einem ganzzahligen Vielfachen eines vorbestimmten Kurbelwellenwinkels geändert (**76**) wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Zeitpunkte (**30**) zur Signalerfassung abhängig von Last und Drehzahl in einem oder mehreren Kennfeldern abgelegt sind.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass mit einer segmentsynchronen Abtastrate die Lambdawerte im Abgas erfasst werden.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die berechnete Kenngröße geglättet (**46**) wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine erste (d1) und eine zweite (d2) Zeitableitung erster Ordnung (**48, 50**) für die Kenngröße berechnet wird und die folgenden Fälle unterschieden werden:

- wenn die erste Ableitung (d_1) positiv und größer oder gleich der zweiten Ableitung (d_2) ist, dann liegt eine Verschlechterung (66) vor und die Adaptionrichtung wird geändert (76),
- wenn die erste Ableitung (d_1) positiv und kleiner als die zweite Ableitung (d_2) ist, dann liegt eine lokale Verbesserung (70) vor und die Adaptionrichtung (74) wird beibehalten,
- wenn die erste Ableitung (d_1) gleich Null ist, dann liegt keine Änderung (60) vor und die Adaptionrichtung wird beibehalten und der Adaptionwert wird geändert (74),
- wenn die erste Ableitung (d_1) kleiner als Null ist, dann liegt eine absolute Verbesserung (62) vor und der Adaptionwert wird in einem Speicher abgelegt, wenn der in dem Speicher enthaltene Wert kleiner bzw. größer als der Adaptionwert ist.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass während eines Fahrzyklus der Brennkraftmaschine die Extremwertsuche höchstens für eine vorbestimmte Anzahl von Durchgängen wiederholt wird und am Ende des Fahrzyklus der gespeicherte Adaptionwert mit dem Anfangswert verglichen und für den Fall, dass der gespeicherte Adaptionwert größer bzw. kleiner als der Anfangswert ist, wird der Adaptionwert nicht-flüchtig gespeichert.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Umkehr der Adaptionrichtung der Adaptionwert schrittweise um einen Korrelationsfaktor vervielfacht wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass eine nach einer Änderung der Erfassungszeitpunkte für die einzelnen Zylinder eine vorbestimmte Zeitdauer verstreicht, bis die Kenngröße ausgewertet wird.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

FIG 1

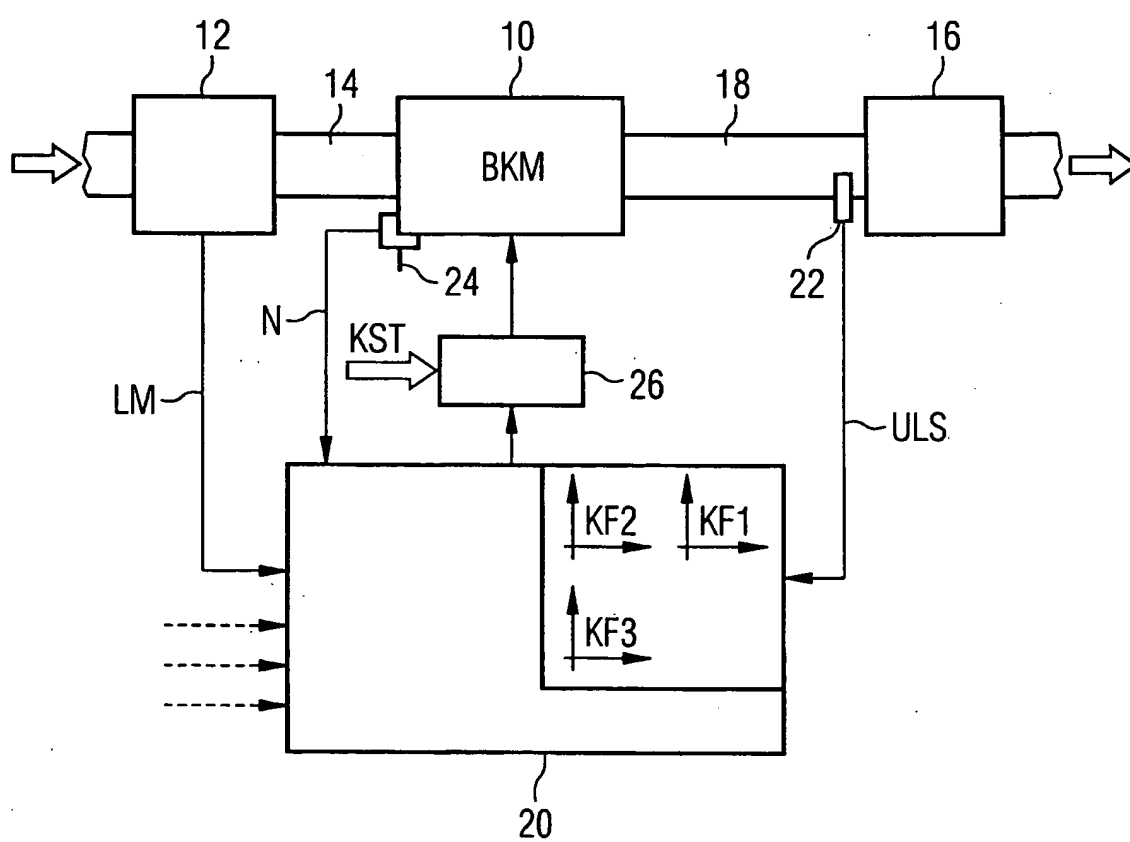


FIG 2

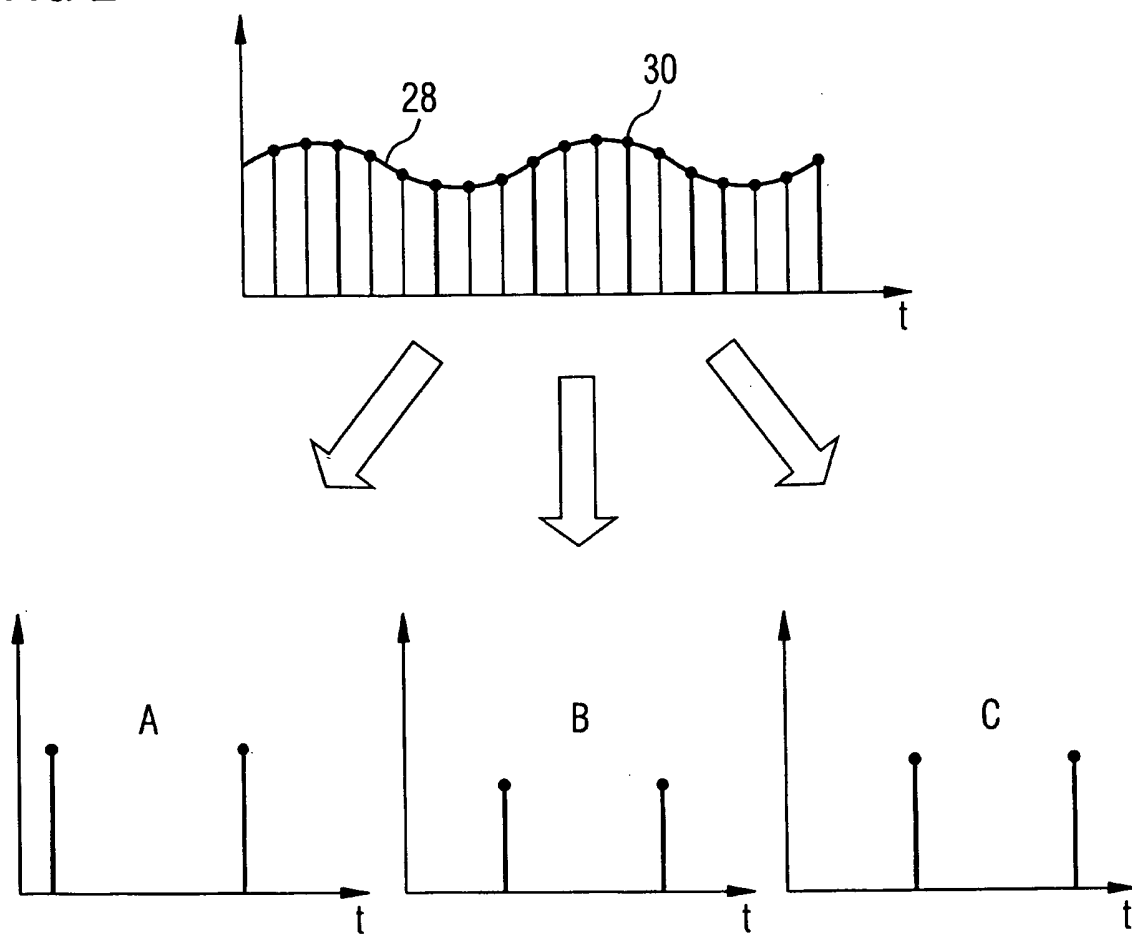


FIG 3

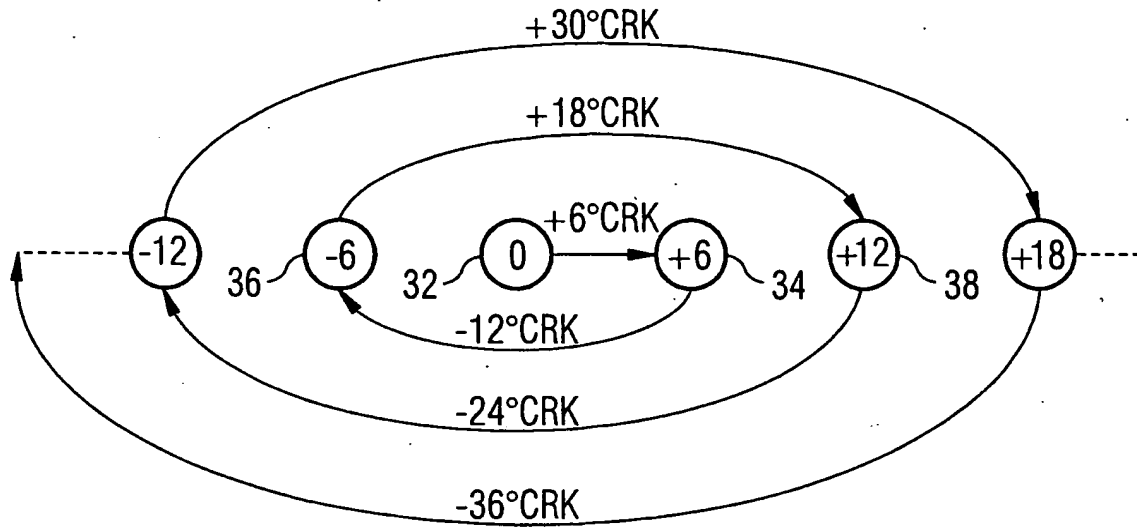


FIG 4

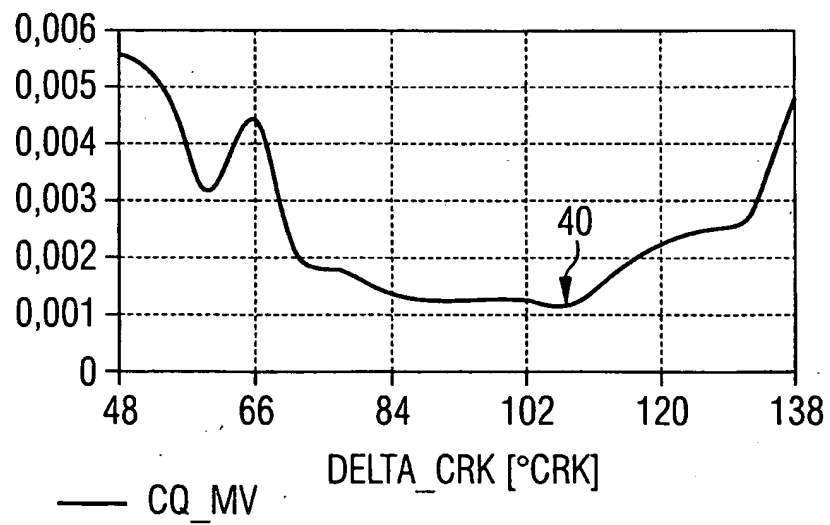


FIG 5

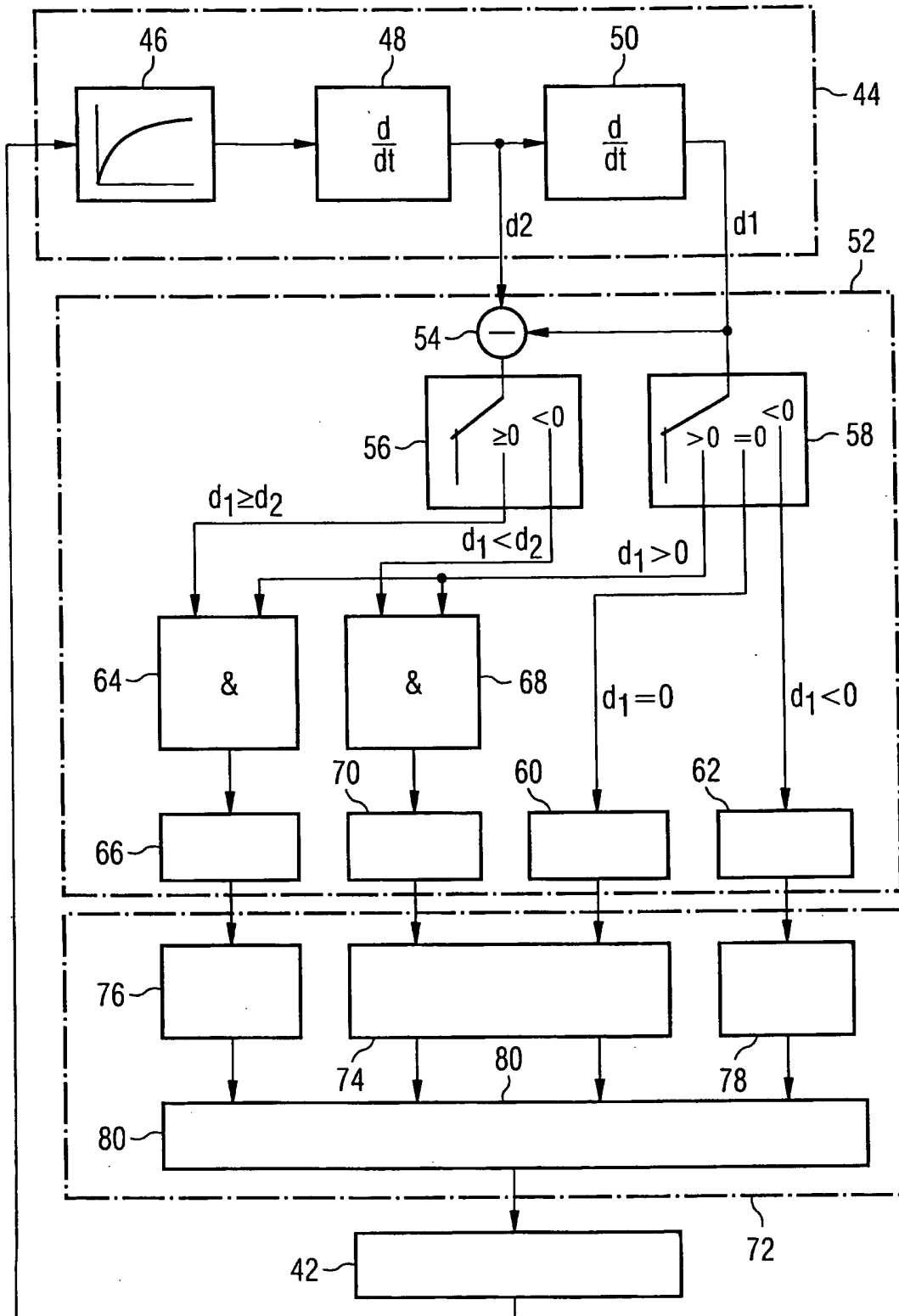
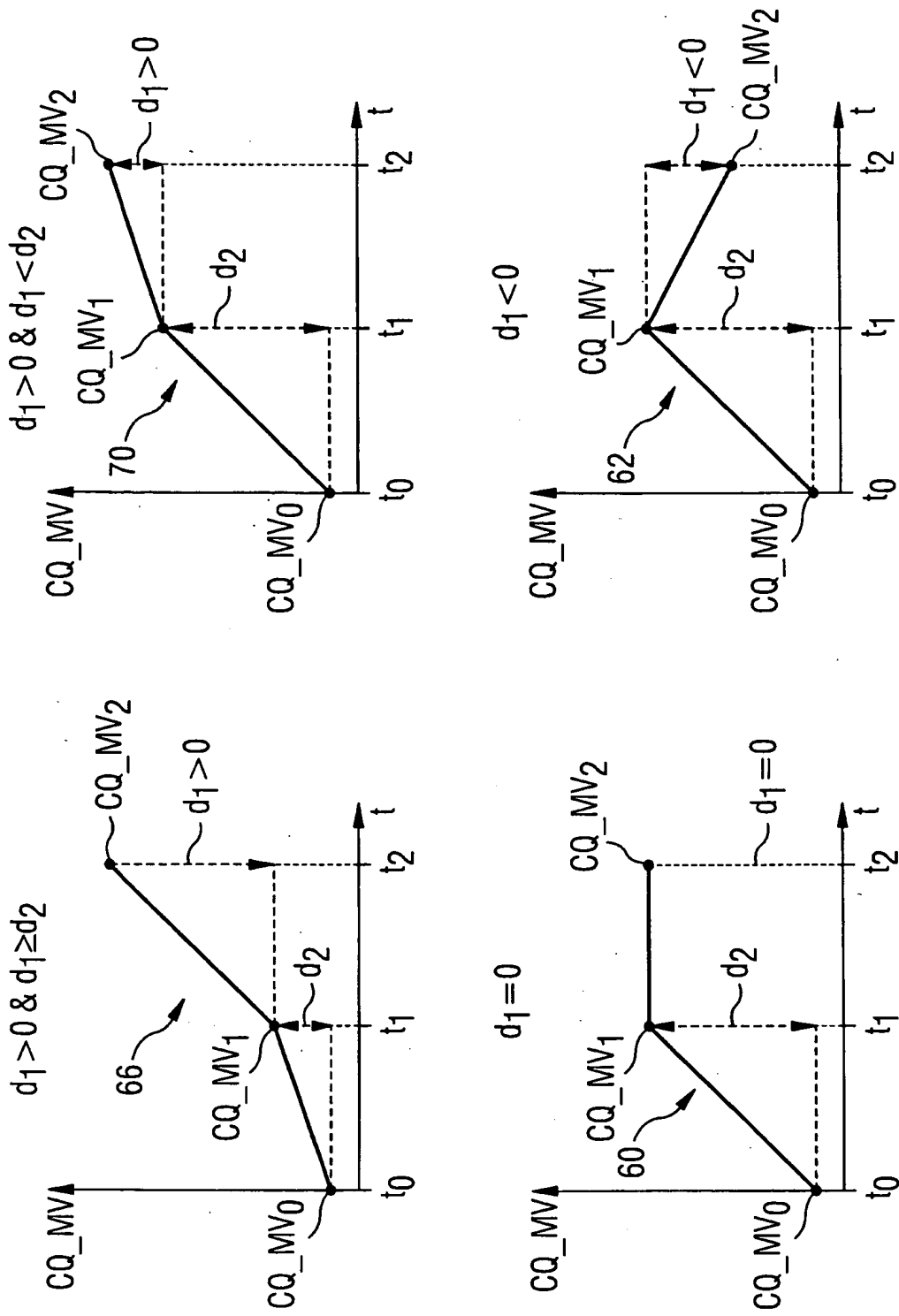


FIG 6

$$d_1 = CQ_MV_2 - CQ_MV_1$$

$$d_2 = CQ_MV_1 - CQ_MV_0$$



THIS PAGE BLANK (USPTO)